

**Area Tematica 3:**

# Sicurezza Stradale



## 3.1 | NUOVE NORMATIVE SULLE BARRIERE STRADALI

### Azioni di ANAS per la definizione delle nuove normative sulle barriere stradali.

#### ABSTRACT

Le nuove Istruzioni sulle barriere stradali, giunte al decimo aggiornamento nell'arco degli ultimi 20 anni, sono attualmente in corso di revisione sulla base delle conoscenze accumulate. Per tale aggiornamento sono state istituite, dal Ministero delle Infrastrutture, specifiche commissioni di lavoro che operano sia in ambito nazionale che europeo. A tali commissioni partecipa, tra l'altro, la Direzione Centrale Ricerca e Nuove Tecnologie di ANAS che sta operando e proponendo nuove disposizioni normative finalizzate ad una maggiore sicurezza stradale ed una maggiore razionalità tecnico-economica nell'impiego delle barriere. Più in particolare attualmente la DCRNT si sta operando:

- sia nel Gruppo di Lavoro incaricato della scrittura delle nuove Istruzioni sulle barriere stradali;
- sia nel Sotto Gruppo incaricato di individuare i criteri di messa in opera delle protezioni dei motociclisti su strada.

Nel presente articolo sono presentate le azioni messe in atto da ANAS per la definizione delle nuove normative di riferimento per le barriere stradali. Il risultato operativo ricercato è quello di una stesura della normativa il più possibile chiara e con elementi che, nella ricerca della sicurezza intrinseca della protezione, semplifichi le problematiche operative che si incontrano nella realizzazione su strada delle protezioni, specialmente quando si opera in contesti scarsamente modificabili come le strade esistenti; la soluzione strategica perseguita è quella di dare maggiore responsabilità alle scelte progettuali e delle Direzioni Lavori che, di volta in volta, senza stravolgere le soluzioni, le adattino al contesto.

#### Introduzione

La Circolare di recepimento della EN 1317 parte V, stabilisce che non è più necessario utilizzare barriere stradali "omologate", ma vanno impiegati dispositivi dotati di Marchio CE.

A regolare l'attuazione di tale obbligo è intervenuto il DM 233 del 28.6.2011, art.2, comma 5 che tra le varie indicazioni, sancisce che: "Entro dodici mesi dall'entrata in vigore del decreto, la direzione generale per la sicurezza stradale, sentito il Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, provvede all'emanazione dell'aggiornamento delle istruzioni tecniche per l'uso e l'installazione dei dispositivi di ritenuta stradale, concernente anche i controlli in fase di accettazione e di installazione dei dispositivi medesimi".

Il venir meno dell'obbligo di omologazione offre quindi l'occasione di una riscrittura delle Istruzioni sull'impiego delle barriere ("Aggiornamento delle istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza e le prescrizioni tecniche per le prove delle barriere di sicurezza stradale").

Questi fatti restituiscono ai gestori delle strade una patente di maturità: infatti, fino al 31 dicembre 2010, essi erano soggetti prioritariamente alle indicazioni degli organismi omologatori, meno sensibili alle difficoltà spesso notevoli all'uso di dispositivi specialmente su strade esistenti. Sono infatti Progettisti e Direttori dei Lavori, responsabili dei necessari adattamenti delle soluzioni alle condizioni reali della strada, specialmente quando si opera su strade esistenti, ai sensi delle Istruzioni Tecniche attualmente vigenti.

La revisione in atto delle Istruzioni, da completare entro 12 mesi dalla promulgazione del suddetto DM, potrebbe però essere effettuata con rigidità eccessiva:

- togliendo alcune possibilità di scelta (ad esempio con i controlli in fase di accettazione),
- o irrigidendo le regole di esecuzione, che già oggi sono di difficile comprensione.

La materia risulta infatti tra le più complesse nell'ambito delle costruzioni stradali e, nei fatti, ha indotto una stasi nell'impiego e nella trasformazione di questi dispositivi.

Al fine di tener conto di tutto questo nelle redigende Nuove Istruzioni, prevenire ulteriori difficoltà di utilizzo e l'impiego non ottimizzato di risorse economiche altrimenti utilizzabili, è nata l'azione di ANAS DCRNT orientata ad una riscrittura ragionata delle Norme sulle barriere stradali.

#### Problematiche delle Normative sulle barriere

Le Norme sulle barriere sono una vicenda complessa che ormai copre un arco di tempo di oltre 20 anni. Oggi le norme da rispettare sono:

- quelle Europee, relative alle modalità di prova delle barriere, e che definiscono le categorie delle energie di contenimento;
- quelle emanate dalle diverse Nazioni, ciascuna delle quali stabilisce prescrizioni su dove impiegare i dispositivi testati e come farlo; tali prescrizioni, in Italia, si esplicano con le citate "Istruzioni".

In Italia, prima del 1987, non c'erano Norme cogenti; si seguivano le *Istruzioni* approvate dal CdA di ANAS (peraltro mai trasformate in Decreto) definite sulla base dei risultati di prove al vero eseguite nel 1964 per gli spartitraffico dell'Autostrada del Sole. Tali prove furono eseguite a Cesano di Roma (vedi Figura 1, in cui si ha una visione d'insieme del sito di prova barriera, e Figura 2, in cui si ha un'immagine di uno specifico test).



Fig. 1 • Sito di prova barriera di Cesano (Roma), utilizzato nel 1964 per la verifica delle barriere spartitraffico dell'Autostrada del Sole.



Fig. 2 • Test su una barriera spartitraffico eseguito nel 1964 nel sito di prova barriera di Cesano.

Successivamente, il DM n°223 del febbraio 1992, uscito prima delle Norme Europee, istituì le regole di impiego delle barriere; ad esso erano allegate le prime *Istruzioni* sui criteri di esecuzione delle prove al vero. Dette *Istruzioni* potevano essere modificate, e lo sono state 5 o 6 volte, perché contenevano una serie di indicazioni che l'uso ha dimostrato eccessive o causa di conseguenze negative per la sicurezza globale della strada. I peggiori eccessi erano connessi con:

- le massime energie di contenimento richieste (1000 kJ), molto più alte di quello odierno),
- il fatto che solo i produttori potevano progettare e testare i dispositivi di sicurezza stradale (che all'epoca erano solo barriere).

Quindi le problematiche principali erano:

- energie troppo elevate: in Italia ancora oggi si impiegano (anche dopo le correzioni normative apportate), barriere 2 – 3 volte più resistenti di quelle in uso nel resto del mondo; ciò ha determinato la messa in opera di barriere con resistenze ad energie molto più alte di quelle che si producono negli incidenti reali, e con strutture potenzialmente pericolose per gli utenti delle strade (autisti, motociclisti, etc.);
- progetto da parte dei soli costruttori: l'esclusione dei gestori di strade alle progettazioni ha causato la non omogeneità delle soluzioni, oltre ad una difficile manutenzione, in relazione all'ampia gamma dei pezzi di ricambio necessari.

Il lungo cammino per risolvere le tali problematiche, ha richiesto un impegno continuo da parte dei gestori delle strade e non è ancora compiuto.

Nel 1998 c'è stato il ritorno ai gestori – progettisti; ciò ha dato luogo a soluzioni omogenee e diffuse, specialmente sulle Autostrade in concessione.

### Le Norme Vigenti

Nel 2004, con DM del 21 giugno (GU n 182), una serie di indicazioni hanno eliminato le soluzioni meno adatte e dato luogo a nuove possibilità di scelta da cui sono conseguite soluzioni accettabili, operate da progettisti e Direttori dei Lavori concernenti le installazioni (vedi Figura 3).

Ciò fermo restando le linee seguite dal legislatore, orientata ad un'interpretazione rigida delle prove di crash, considerate come il riferimento unico dei risultati. Anche su questo punto l'azione in atto da parte di DCRNT tende a chiarire come le condizioni di prova (crash test) oggi regolamentate dalle Norme Europee EN 1317, in sede di analisi non possano essere considerate come rappresentative di tutte le possibili situazioni reali. La Circolare Ministeriale del Luglio 2011 pur dando chiarimenti e suggerimenti, ancora non risolve completamente i seguenti problemi:

- misura degli effetti sui trasportati conseguenti agli urti delle vetture "leggere" (TB11900kg);
- valutazione degli effetti, sulla resistenza dei dispositivi a paletti, della natura dei terreni dove detti paletti sono infilati;
- indicazione di criteri di equivalenza "progettuali" ulteriori rispetto a quello della classe energetica, spesso erroneamente dichiarato come l'unico possibile.



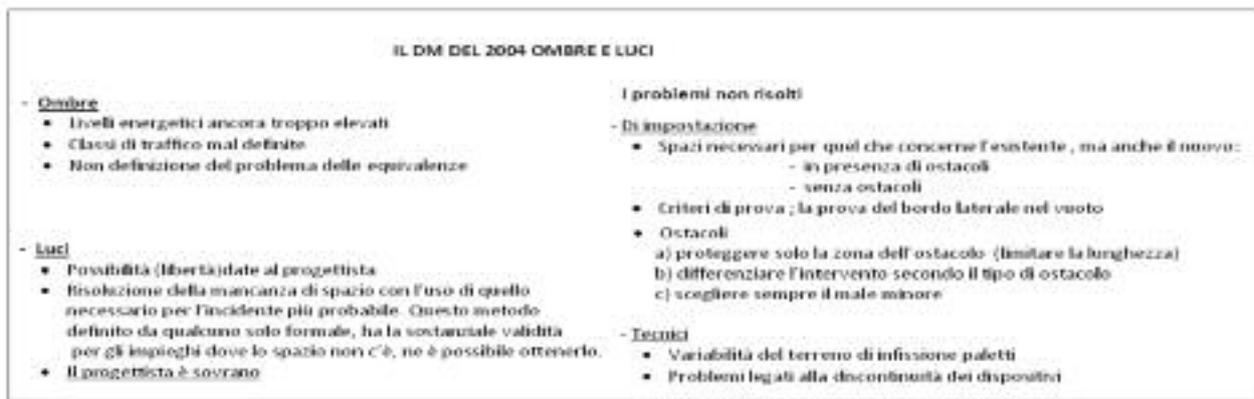


Fig. 3 • DM del 21 giugno 2004 (GUn 182) - Ombre e Luci

A tali problemi si aggiungono le seguenti questioni:

- massime energie a cui devono resistere i dispositivi, ancora molto elevate rispetto alle situazioni reali,
- altri problemi minori quali le classi di traffico che andrebbero riviste anche in relazione al sovradimensionamento dei livelli di energia.

Si ritiene che la riscrittura delle Istruzioni in atto, oltre ad confermare le libertà responsabili possibili che i progettisti ed i Direttori dei Lavori hanno nell'applicarle, dovrebbe, ridurre quanto più possibile le imperfezioni ancora presenti ed aiutare la comprensione e la gestione della materia, nonché fornire indicazioni atte a rivedere alcune metodologie non condivisibili della Norma europea sulle prove.

**Azioni e proposte di DCRNT**

Di seguito si riportano alcuni punti della proposta di DCRNT che sarà sottoposta alla Commissione incaricata della revisione delle Istruzioni. Tale proposta recepisce e sintetizza le opinioni dei gestori delle strade (in tale dicitura si ricomprendono gli esperti di ANAS, Autostrade per l'Italia ed AISCAT che fanno parte delle citate Commissioni per la revisione delle Istruzioni).

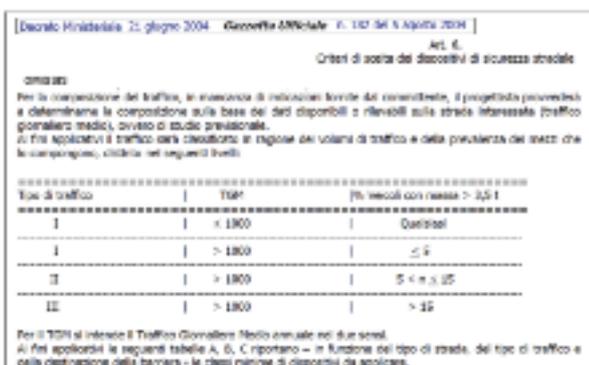


Fig. 4 • Criteri di scelta dei dispositivi di sicurezza stradale.

**Le Categorie di Traffico**

Nella Norma vigente, la suddivisione in Classi di Traffico è tale che spesso non risulta funzionale alla diversificazione delle scelte, in quanto la maggior parte delle strade ricadono nella Categoria di traffico massimo (vedi Figura 4).

Una soluzione possibile potrebbe essere quella di ridefinire la scelta, collegando le Categorie a dati di traffico di maggior dettaglio, ma ciò si scontra con la necessità di conoscere il traffico in modo molto accurato, dato non sempre disponibile, come ben noto, da parte di diverse amministrazioni stradali; inoltre spesso il dettaglio non aiuta a standardizzare le scelte e crea ulteriori difficoltà.

È sembrato quindi pragmatico semplificare la problematica e, nell'ottica di ridurre le energie da contenere, suddividere le strade in due macrocategorie ognuna delle quali con 3 livelli di traffico "pesante", come indicato in Figura 5.

Autostrade e strade extraurbane principali	
Tipo di TRAFFICO	TGM
I	<5000
II	5000 - 18000
III	>18000

Strade extraurbane secondarie e strade urbane di scorrimento	
Tipo di TRAFFICO	TGM
I	<1000
II	1000 - 8000
III	>8000

Fig. 5 • Suddivisione delle strade in 2 macrocategorie.

Il TGM indicato nella figura è il Traffico Giornaliero Medio annuale dei soli mezzi pesanti nei due sensi di marcia, intesi come i veicoli con massa superiore a 3,5 ton o altezza superiore a 1,3 m. Questo perché i mezzi leggeri richiedono, per il contenimento, barriere di Classe molto bassa e, in assenza di veicoli pesanti, usare barriere sovradimensionate ("giganti"), risulta non necessario e potenzialmente pericoloso.

## Le Energie da Contenere

Vent'anni di esperienza e l'analisi delle normative sulle barriere adottate da Paesi avanzati, dove i dispositivi di sicurezza sono impiegati con oculatezza, dimostrano che le Classi di energia prescritte in Italia, dal 1992 ad oggi, sono eccessivamente elevate. Lo sono perché, praticamente, non vengono mai impegnate in urti a quegli elevati livelli di energia; inoltre, in caso di urti simili a quelli "di calcolo", lo spostamento, o la perdita dei carichi, riducono l'energia che si scarica sulla barriera stessa.

Per contro:

- barriere robustissime sono urtate spesso da veicoli leggeri, che sono la maggior parte, ed i relativi passeggeri possono riportare lesioni connesse alla "robustezza" delle barriere stesse;
- l'elevato costo di questo tipo di protezioni assorbe molte delle scarse risorse disponibili, per cui vengono protette lunghezze stradali ridotte in rapporto a quelle necessarie.

Diviene quindi una scelta razionale, a favore della sicurezza globale, abbassare i livelli delle energie di contenimento da inserire nelle nuove *Istruzioni*.

Si osserva infatti che gli incidenti avvenuti negli ultimi 20 anni hanno riguardato:

- per la maggior parte le autovetture, anche se con energie superiori a quelle di prova TB11 (tale prova, di circa 42 kJ, non è emblematica dell'urto tipico delle autovetture, ma rappresenta il 65 percentile delle energie di urto);
- in minima parte i veicoli "pesanti" (sopra le 11-12 t), anche in considerazione che diverse strade extraurbane (non autostradali) hanno un traffico di veicoli pesanti non elevato.

Ciò è stato oggetto di uno studio specifico eseguito su 25.000 incidenti della rete autostradale per fuoriuscite laterali o sullo spartitraffico (Aurelio Marchionna e Paolo Perco "L'urto più probabile", pubblicato sulla rivista *Le Strade* n°4/2009, derivato da uno studio, denominato "Spazio di Lavoro Probabile", sulle barriere di sicurezza progettate e omologate, o in attesa di omologazione, da parte di "Autostrade//per l'Italia"). Tale studio riguarda 20.000 autovetture (l'80%) e solo 4.500 veicoli pesanti (veicoli "merci"), di cui la metà con masse inferiori alle 6 t. Tra l'altro, da questo spettro di traffico, sono state scartate le autovetture appartenenti alle categorie citycar e piccole, che presentano caratteristiche meno adatte alle percorrenze autostradali. Certamente anche questo tipo di vetture frequenta le autostrade, ma eliminare le autovetture caratterizzate dalle masse più piccole, consente di ottenere uno spettro del traffico a favore di sicurezza.

Da questo studio si è tratta l'energia e le caratteristiche dell'incidente più probabile, ma se si devono definire livelli progettuali di sicurezza, è ragionevole ricorrere al concetto di percentile, ovvero di urto corrispondente ad un'energia che ha una prefissata probabilità di non essere

superata. La Figura 6 presenta le energie corrispondenti ad alcuni percentili significativi ottenuti con lo studio sopra citato. La colonna 1 riporta la probabilità che il livello di energia, indicato in colonna 2, non sia superato nell'urto. Dalla tabella è possibile anche apprezzare le combinazioni di massa, velocità ed angolo che concorrono alla corrispondente energia. Si può osservare che, nel 50% degli incidenti, l'energia non supera i 26,35 kJ, mentre nel 90% dei casi non supera i 254,62 kJ.

Quindi la Classe H2 (288 kJ) è più che sufficiente per le strade italiane a grande traffico di nuova costruzione, sia sui bordi laterali che sugli spartitraffico; sarebbe quasi sufficiente anche l'H1 con 127 kJ.

Percentuale cumulata	Energia (kJ)	Massa (kg)	Velocità (km/h)	Angolo (gradi)
50	26,35	2200	135	7,5
55	32,64	1620	76	17,5
60	34,99	1660	108	12,5
65	47,83	1620	92	17,5
70	58,14	1450	60	32,5
75	76,97	1620	76	27,5
80	104,22	1620	76	32,5
85	176,28	1870	92	32,5
90	254,62	1960	108	32,5
95	962,30	13500	80	32,5
100	3.136,39	44000	80	32,5

Fig. 6 • Distribuzione cumulata dei livelli di energia.

Tra l'altro questi valori superano largamente, in termini di energia, il valore indicato nella "AASTHO Roadside Design Guide - 2002" per la determinazione della distanza a cui porre un ostacolo rigido dietro una barriera di sicurezza. Questa distanza è prescritta come pari alla deflessione dinamica della barriera soggetta ad un urto (con  $M=2.000$  Kg,  $V=100$  km/h e  $\alpha=25^\circ$ ) a cui corrisponde un'energia pari a 135 kJ.

Naturalmente si può continuare a chiedere di più nei punti di massimo pericolo, rilevabili di volta in volta nei progetti, ma non ha senso superare certi limiti nelle zone dove le barriere non vengono mai impegnate in incidenti significativi, ad esempio nelle tratte in svincolo a raggi stretti o strettissimi.

In base a tali considerazioni, la DCRNT ha elaborato una proposta (sintetizzata in Figura 7) relativa alle Classi di Energia da utilizzare sia per le strade nuove che per quelle esistenti; per queste ultime però (vedi nel seguito) si accetterebbero tolleranze sugli spostamenti (tipo larghezza operativa) da legare non all'energia della prova EN1317, ma all'incidente più probabile o, in caso di non conoscenza del dato, alla larghezza operativa della prova TB11: di fatto ciò corrisponde ad accettare livelli di energia di contenimento diversi tra strade nuove e strade esistenti, e ciò è giustificato dal fatto inequivocabile che, su queste ultime, gli incidenti sono noti. Naturalmente le pertinenze, come le aree di sosta e di servizio, insieme con gli svincoli, avrebbero Classi di Energia più bassi della strada vera e propria.

Tipo di Strada	Tipo di Traffico	Spartitraffico	Bordo Laterale, Muri di sostegno, Bordo Ponte (luce < 10 mt)	Bordo Ponte (luce > 10 mt)
Autostrade e strade extraurbane principali	I	H3	H1	H3
	II	H3	H2	H3
	III	H3 - H4	H2	H3 - H4
Strade extraurbane secondarie	I	H2	H1	H2
	II	H2	H2	H3
	III	H2	H2	H3
Strade urbane di scorrimento	I	H1	N2	H1
	II	H2	H1	H2
	III	H2	H2	H2
Strade Locali	--	N2	N1	N2

Fig. 7 • Classi di Energia di Contenimento proposte, in relazione alle diverse Tipologie di Strade.

Nella tabella proposta non sono state introdotte le prove aggiuntive di crash, denominate  $L_i$ , recentemente introdotte in sede europea per completare la classificazione nei livelli più alti di N2; tali prove prevedono urti con  $M=1.500$  kg,  $V=110$  km/h e  $\alpha=20^\circ$  (TB32), da eseguire su barriere già testate con vetture leggere (TB11 900 kg), con veicoli pesanti della categoria corrispondente.

La motivazione, opinabile, di tali prove è che alcune barriere, pur resistendo ad urti energeticamente elevati, avrebbero mostrato comportamenti "strani" con urti ad energie intermedie. In sede europea non c'è stata un'opposizione forte a questi assunti, di cui, peraltro, non sono state fornite le motivazioni scientifiche.

C'è comunque da pensare che le prove effettuate con questi risultati siano state in numero molto contenuto e su poche tipologie di barriere, di Classe a bassa e media energia. Al riguardo si osserva che l'Italia ha effettuato, negli ultimi 20 anni, centinaia di prove su barriere di propria concezione (su piste sia italiane che straniere), in numero molto più alto di quelle effettuate da tutti gli altri Paesi; ma le nostre opinioni sulle modalità con cui eseguire le prove non sono state seguite con la stessa attenzione.

A riguardo, a nostro avviso, le prove  $L_i$  non sembrano necessarie (e per cambiare opinione servono dati scientifici inoppugnabili). Questa posizione italiana sul tema delle prove al vero sarà presentata e sostenuta in sede CEN, insieme ad altre idee fondamentali e maggiormente significative (che non le classifiche  $L_i$ ) quali, ad esempio, l'uso dei manichini ed il modo di effettuare le prove sui motociclisti.

Si è ventilata l'ipotesi di introdurre nelle Istruzioni le Classi  $L_i$ , a completamento delle prestazioni richieste nelle strade a maggior traffico; pur consapevoli che tale ipotesi aggraverebbe l'iter per permettere l'utilizzo dei dispositivi, senza peraltro introdurre benefici in termini di sicurezza, in quanto gli incidenti simulati non risultano rappresentativi di quelli reali più impattanti (a meno di utilizzare, come Classi di riferimento, le  $N_i$  indicate nella Tabella di Figura 7, in cui le prove TB32 sono quelle di massimo impatto).

### Gli Spazi da prevedere a tergo delle barriere per le strade esistenti

Sul tema degli spazi da prevedere a tergo delle barriere, per le strade esistenti, si ritiene necessario mantenere nelle nuove *Istruzioni*, criteri in linea con quanto previsto dalle normative attuali.

La normativa attuale (*Istruzione del 2004*) stabilisce che si disponga di uno spazio non inferiore alla larghezza operativa conseguente all'"incidente più probabile" che, nello studio sopra citato, è quello riportato nella tabella che segue.

T	M	V	
15,137	1.450	76	12,5

Per l'applicazione della norma occorre quindi calcolare, con criteri precisi, la larghezza operativa del dispositivo che sia sottoposto a questo tipo di incidente, usando i dati provenienti dai crash test eseguiti su quel tipo di dispositivo.

Poiché non è semplice eseguire tali complessi calcoli dinamici, è stata resa disponibile una soluzione alternativa, data dalle *Linee Guida ANAS*, edizione 2010, che prevede, se non si dispone del dato "calcolato", di utilizzare la larghezza operativa conseguente all'urto TB11 che tutti i dispositivi devono effettuare, caratterizzato da:  $M=900$  Kg,  $V=100$  km/h e  $\alpha=20^\circ$ , a cui corrisponde un'energia d'urto pari a 42 kJ (corrispondente al 65 percentile degli incidenti in fuoriuscita).

Naturalmente, se la geometria della strada lo consente, si può anche arrivare ad utilizzare energie corrispondenti al 85 percentile degli incidenti in fuoriuscita, come indicato nella tabella che segue. Ma questa scelta va lasciata al progettista della sistemazione.

T	M	V	
176,285	1.870	92	32,5

Altra possibilità è quella di differenziare lo spazio necessario a seconda della presenza o assenza di ostacoli.

### La protezione dagli ostacoli

Sul tema della protezione dagli ostacoli, si ritiene opportuno mantenere, nelle nuove *Istruzioni*, la possibilità di utilizzare muri per la protezione degli ostacoli “grandi” (sui quali gli urti possono causare conseguenze gravi per gli urtanti e/o per gli altri veicoli).

Ciò al fine evitare (o quanto meno limitare il più possibile) soluzioni che prevedono, per la protezione di ostacoli che occupano tratti minimi di bordo strada, decine o centinaia di metri di barriere, estese anche a zone prive di ostacoli. Tali barriere non necessarie sono esse stesse ostacoli, specialmente se hanno elevata Classe di Energia di contenimento. In tali casi sarebbe preferibile usare protezioni “puntuali” del tipo di quelle mostrate in Fig. 8.



Fig. 8 • Esempi di barriere per protezioni “puntuali”

Per la protezione degli ostacoli si ritiene che debba essere adottato un approccio che prevede le seguenti 2 situazioni estreme:

- nessuna barriera in caso di ostacoli cedevoli e non pericolosi (cioè che non determinano conseguenze negative in caso di fuoriuscita dei veicoli);
- protezione integrale con muri inamovibili e di altezza sufficiente, con inviti inclinati o protetti, in caso di ostacoli non cedevoli come piloni di portali, pile di ponti, e simili;

e specifiche varianti che i progettisti possono progettare di volta in volta, giustificando comunque le motivazioni con opportune relazioni e/o calcoli.

Si osservi che le caratteristiche di quest'ultimo urto sono, in termini di energia, più severe di quelle indicate nella “*AASHTO Roadside Design Guide*” del 2002 per la determinazione della distanza minima tra un ostacolo rigido ed una barriera di sicurezza; tale distanza è pari alla deflessione dinamica della barriera soggetta ad un urto caratterizzato dai parametri:  $M=2.000 \text{ Kg}$ ,  $V=100 \text{ km/h}$ ,  $\alpha=25^\circ$ ,  $T=137,042$ .

Il suddetto approccio alla gestione delle protezioni degli ostacoli, modifica e chiarisce un criterio di interpretazione rigida delle Istruzioni che si è andata affermando negli ultimi anni centrata sulla piena rispondenza, nei fatti impossibile, tra la realtà e le prove e che merita un ragionato riesame. Tale interpretazione non è tecnicamente sostenibile. In effetti le prove (massa, angolo e velocità) sono strutturate in modo tale da poter raggiungere, nelle piste di prova, le energie prefissate, ma non rispecchiano i comportamenti reali. Infatti nella realtà tutto è diverso:

- la maggior parte delle fuoriuscite o urti vengono in curva e non in rettilineo come nel caso delle prove;
- spesso le velocità sono più elevate, ma riguardano veicoli più leggeri e gli angoli di urto più frequenti sono molto più piccoli (da  $7,5^\circ$  a  $12,5^\circ$ );
- le masse urtanti sono molto più basse di quelle di prova, per i seguenti 2 motivi principali:
  - o i veicoli molto pesanti, generalmente condotti dai camionisti più esperti, hanno un limitato numero di incidenti; dalle analisi statistiche risulta infatti che, la percentuale di autoarticolati ed autotreni (a 4 e 5 assi) coinvolti in incidenti di fuoriuscita, è da 2 a 4 volte più bassa della loro presenza complessiva nella composizione del traffico;
  - o le grandi masse trasportate, in conseguenza dell'urto, generalmente si spostano e ciò riduce l'energia trasmessa al dispositivo.

Si arriva quindi all'affermazione, poco sostenibile alla prova dei fatti, che se non si riproducono nelle prove le condizioni reali, i dispositivi non possono dare buoni risultati operativi, trascurando l'ampia quota di aleatorietà del settore; rendere deterministico un campo che non lo è per antonomasia, segue un sillogismo errato nelle premesse: se la prova è riuscita, riproducendo la realtà, la barriera funzionerà al meglio.

Questo approccio, fortemente teorico e di scarsa pragmaticità, se perseguito avrebbe la conseguenza operativa di rendere non utilizzabili soluzioni avanzate ed efficaci, con conseguenze negative soprattutto per le strade esistenti con limitati spazi disponibili per le installazioni.

Sarebbe più logico fare il contrario: adeguare le condizioni di prova a quelle reali e poi riprodurle.

Ma ottenere una tale revisione delle norme appare oggi molto improbabile (comporterebbe un passaggio complicatissimo alla Commissione CEN, dove in pochi concordano sulla necessità di tale revisione).

È però possibile un'azione immediata (già presa in considerazione nelle nuove Istruzioni), relativa al problema pressante delle modalità di prova dei Bordi Lateral: cambiare le modalità di prova, senza però cambiare le regole della norma EN 1317. L'apparente paradosso è spiegato nel seguito.

### Prove per le barriere di Bordo Laterale

Oggi le prove per i dispositivi di Bordo Laterale (BL) sono effettuate su superfici di terreno orizzontali ed illimitate trasversalmente. Nell'impiego è poi previsto che lo spazio complessivo su strada, debba essere quello della barriera, più quello necessario per lo spostamento dinamico conseguente all'urto massimo.

Queste condizioni di prova, specialmente nel caso di barriere a paletti infissi nel terreno, spesso si discostano molto dalle condizioni reali su strada. Infatti, ad esempio, la resistenza offerta da paletti con terreno continuo, è diversa e superiore a quella che si ha in caso di terreno in scarpata (vedi Figura 9).

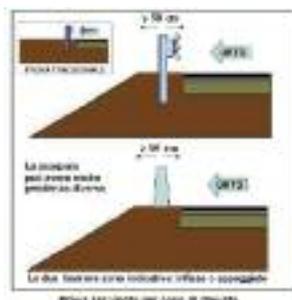


Fig. 9 • Prove su barriere BL.

Si sostiene che le prove debbano riprodurre la realtà, e poi viene sancita una corrispondenza solo formale.

Uscire da queste contraddizioni si può in due modi diversi, da proporre nelle nuove Istruzioni.

- Fare la prova BL sul vuoto (cioè in presenza di scarpata), in modo da riprodurre la vera forma e struttura delle strade.
- Fare la prova BL come si fa oggi, ma misurare la resistenza all'urto R fornita dai paletti o dal dispositivo in genere, per poi utilizzare tale dato per progettare le installazioni.

La prima soluzione ha il vantaggio di determinare, nel modo più accurato possibile, il comportamento reale della barriera, posta nelle condizioni più vicine alla realtà delle strade (specialmente di quelle esistenti).

Per la seconda soluzione si potrebbe applicare una nuova metodologia che tenga conto delle differenze di resistenza dei terreni sul bordo delle strade. In tal caso gli Enti proprietari delle strade dovrebbero indicare, nelle regole di progettazione delle barriere di BL, la resistenza media richiesta ai dispositivi (corrispondente a quella che nella prova li ha fatti funzionare), cioè:

- in caso di barriere a paletti, la resistenza dei paletti, da raggiungere modificandone opportunamente la lunghezza di infissione;
- in caso di altri tipi di dispositivi, la resistenza allo spostamento per attrito.

Specifiche attrezzature (ad esempio l'attrezzatura MA.RTE, vedi Figura 10) consentono poi di misurare le effettive resistenze delle barriere.



Fig. 10 • Attrezzatura MA.RTE per la misura dell'effettiva resistenza delle barriere.

Tali considerazioni sono connesse al concetto della riproduzione nelle prove delle condizioni reali. Per motivi di coerenza, se si decide di seguire il principio della riproduzione nelle prove delle situazioni reali, tale principio andrebbe seguito in toto, e non solo parzialmente, ovvero valutando, oltre agli spazi, anche le forze resistenti. Anche non seguendo questo principio, le informazioni aggiuntive derivanti dalla conoscenza di ulteriori grandezze fisiche e/o da modalità di prova diverse, darebbero buone informazioni ai progettisti delle sistemazioni. Tali considerazioni introducono il concetto di "dispositivo equivalente", oggi non più contestato tenuto conto della evidente incompletezza della sola "Classe Energetica".

### Le condizioni di equivalenza dei dispositivi di sicurezza

Superato il concetto che l'equivalenza sia da considerare solo per la Classe di Energia (senza dubbio meritevole di chiarimento normativo), possono essere introdotte alcune specifiche sulle caratteristiche che deve possedere il dispositivo, nell'ambito della Classe Energetica, in modo da valutarlo se effettivamente adatto all'impiego. Tale impostazione consente di individuare, di volta in volta, nell'ambito della molteplicità dei dispositivi disponibili sul mercato, quello con le caratteristiche che meglio si adattano alla specifica situazione.

Quindi possono aversi condizioni di equivalenza dei dispositivi, ad esempio, per:

- larghezza operativa (da definire in relazione allo spazio disponibile);
- dimensioni trasversali (da definire tenendo conto della visibilità e dell'altezza della zona d'urto di veicoli bassi);
- arretramento di eventuali linee di resistenza superiori;
- lunghezza minima di montaggio;
- resistenza strutturale del dispositivo rispetto alla direzione di marcia; il comportamento strutturale si dice simmetrico se il dispositivo ha la stessa resistenza sia se urtato da destra, che dal lato opposto (simmetricamente).

C'è poi la questione della continuità che può essere insita nel dispositivo, oppure ottenuta aggiungendo specifici elementi.

### Manichini da usare nelle prove di autovetture

L'uso diffuso di barriere ad elevata Classe energetica, imposto dalle normative, ha determinato situazioni sbilanciate per i veicoli "leggeri", che sono quelli con il maggior numero di incidenti. Ma il problema della pericolosità delle barriere ad elevata Classe energetica per i veicoli "leggeri", non è stato ancora risolto dal legislatore.

Pochi ricordano che, nelle prime Istruzioni (n° 1 e 2), precedenti all'arrivo degli europei, la prova di controllo per le vetture "leggere" era prescritta con furgoni di 1.700 Kg ! Successivamente è stata introdotta la vettura "debole"; però il problema non è stato risolto; e anche con le misure indirette il problema non è stato risolto.

Oggi si hanno indici standard (ASI, THIV e PHD) che indicano la severità degli urti, ma sono solo delle sigle vuote che non assicurano niente; mentre non viene data la dovuta attenzione al VCDI, indicatore delle principali deformazioni subite dall'abitacolo di un veicolo a seguito di un crash test.

La soluzione complessiva ed efficace al problema, a nostro avviso, si ottiene con l'uso di manichini strumentati. Si tratta di manichini antropomorfi medi, strumentati nella testa, nel collo e negli arti inferiori, con precise regole di posizione. Specifiche strumentazioni sono inoltre poste sulle cinture di sicurezza. Con tali manichini è possibile effettuare misure di parametri biomeccanici assolutamente chiari per poter validare le barriere in modo da salvare vite e ridurre i danni. Non voler utilizzare tali modalità di prova pare illogico, anche in relazione al fatto che i manichini strumentati vengono già utilizzati per verificare gli effetti sui motociclisti. La proposta di utilizzare tali modalità di misura, sarà quindi promossa in sede CEN.

### Prove degli effetti sui motociclisti

Quella della protezione dei motociclisti è un'altra vicenda emblematica di come si debba maneggiare "con cura" la materia.

Premesso che è opinione comune, diffusa e provata dagli eventi reali, che le superfici continue sono le migliori per un motociclista in strisciamento sulla carreggiata stradale dopo una caduta, mentre la presenza di paletti che creano ostacoli discontinui è pericolosa ed è stata sempre osteggiata dai bikers (vedi Figura 11).



Fig. 11 • Simbolo utilizzato dai bikers per indicare le barriere pericolose.

Al riguardo, in Spagna è stata studiata una prova specifica per valutare gli effetti degli urti dei motociclisti su questi ostacoli mortali. Tale prova (normalizzata ma non obbligatoria) definisce i valori accettabili di HIC sulla testa e le forze  $F_x$   $F_y$   $F_z$  agenti sul collo di un manichino lanciato ad alta velocità e con angolo di 30° contro una barriera, sia in corrispondenza di un paletto, sia sulla mezzzeria tra due paletti. L'idea attuale è quella di estendere tale prova sic et simpliciter, a tutte le barriere, anche quelle continue per concezione. Che tale prova non sia adatta per le barriere continue, è reso evidente dai difetti per l'uso per cui è stata pensata; infatti:

- la prova ha dei valori di velocità e di angolo calibrati per le barriere in acciaio discontinue, quindi non può essere utilizzata per altri dispositivi; il calcolo dell'HIC risente infatti del tipo di barriera utilizzata e varia con i tempi di integrazione (15 ms andrebbero bene per barriere continue, mentre 36 sono più adatte a strutture discontinue);

- la prova ha dei limiti di accettazione delle Forze che si esercitano sul collo del manichino non ben definiti; ciò dipende dalla forte sensibilità del modello a piccole variazioni dell'angolo tra l'asse del corpo e l'asse della testa: solo 2 gradi possono infatti portare a forti variazioni della forza  $F_z$  sul collo; inoltre queste variazioni non sono costanti, ma dipendono dal livello di HIC raggiunto nell'urto; si può arrivare al raddoppio dell' $F_z$  per variazioni angolari di 8-9° (vedi Figura 12);

- il criterio di danno alla testa è ben definito con una prova HIC riconosciuta da tutti (a parte la definizione dei tempi di integrazione, da calibrare in relazione al tipo di prova), ma lo stesso non può dirsi per il criterio di valutazione del danno sul collo: dovrebbe essere messo a punto un "NIC" cioè un Neck Injury Criteria.

- la prova non è ripetibile, a meno di introdurre parametri di correzione, in quanto ha molte variabili incontrollate quali, per esempio, la velocità di lancio (che influisce sull'HIC) e l'angolo del medesimo (che influisce su  $F_z$ ) (vedi sempre Figura 12).



Fig. 12 • Prova urto motociclista.

Si ritiene necessario proporre l'introduzione dei seguenti cambiamenti nelle prove per motociclisti:

- nuovi criteri di prova per tener conto di cadute di tipo diverso;
- correzioni legate alle effettive condizioni di prova: velocità, angolo tra testa e spalle e angolo tra testa e terreno;
- introduzione di un criterio globale sul collo;
- limiti differenziati tra barriere continue e discontinue e revisione delle curve limite;
- numero di prove da eseguire sulle barriere continue.

ANAS ha già avviato l'esecuzione di prove per lo studio del campo di variazione dei risultati, al fine di contribuire allo studio della prova definitiva.

In Figura 13 sono riportate le possibili variazioni delle curve di accettazione di protezioni per motociclisti riferite a quella della normativa; tali curve sono state ottenute dall'esame di oltre 60 prove al vero e virtuali, eseguite su 2 tipi di barriere: integralmente continue o rese continue longitudinalmente.

I risultati ottenuti da ANAS saranno riportati al CEN con l'auspicio che le nuove proposte dei rappresentanti italiani possano condurre a buoni risultati.

Per ora la moratoria sull'uso della norma, nominata Norma TS, in quanto sperimentale, conferma la necessità di trasformazione di un eventuale disposto normativo UNI ai fini di una possibile ed efficace applicazione.

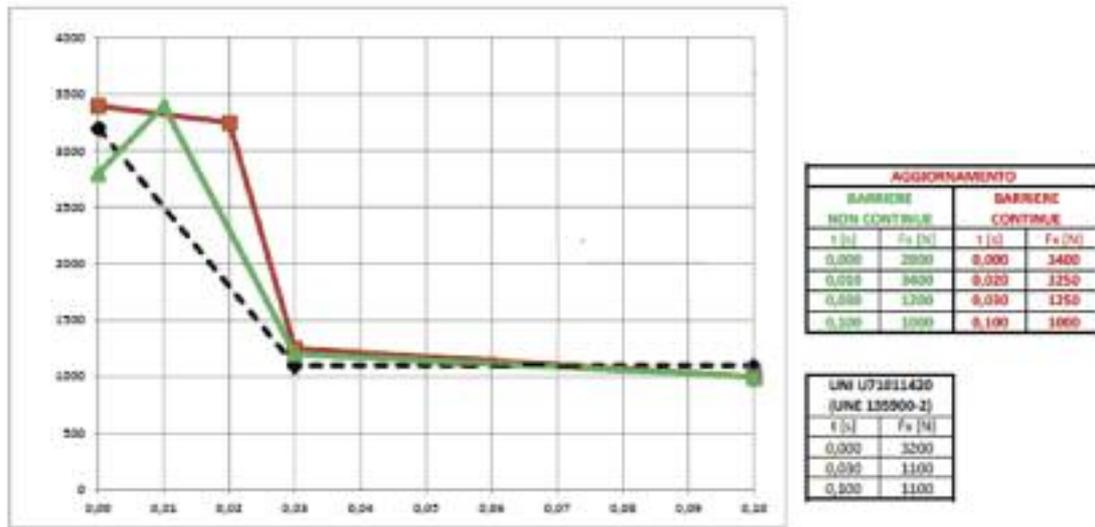


Diagramma: valutazione del danno di una forza assiale di compressione nel collo (livello A)

Tratteggio blu: Norma attuale  
 Linea rossa: Barriere continue  
 Linea verde: Barriere discontinue

Fig. 13 • Curve di accettazione di protezioni per motociclisti.

## Conclusioni

La DCRNT sta operando nell'ambito di Gruppi di Lavoro nominati per la riscrittura delle normative di riferimento sulle barriere stradali. Le proposte di ANAS, nell'ambito di tali gruppi di lavoro, sono finalizzate ad aumentare la sicurezza stradale ed aumentare la razionalità tecnico-economica nell'impiego delle barriere.

Alcune delle proposte di ANAS riguardano:

- riconoscimento effettivo del ruolo progettista rispetto i meri dati ottenuti con le prove sperimentali;
- la diversificazione tra le disposizioni riferite alle strade esistenti e quelle riferite alle strade nuove;
- la gestione articolata delle protezioni degli ostacoli;
- l'uso di manichini per le prove sui veicoli;
- la modifica delle prove riferite ai motociclisti e verifiche delle barriere strutturalmente continue da eseguirsi con criteri diversi da quelli usati per le barriere discontinue;
- l'introduzione di criteri di equivalenza dei dispositivi di sicurezza.

## Risultati operativi

Come risulta chiaramente dall'elenco delle proposte sopra riportate, si è cercato suggerire una stesura della normativa il più possibile chiara e con elementi che, nella ricerca della sicurezza intrinseca della protezione, semplifichi le problematiche operative che si incontrano nella realizzazione su strada delle protezioni, specialmente quando si opera in contesti scarsamente modificabili come le strade esistenti; la soluzione strategica perseguita è quella di dare maggiore responsabilità alle scelte progettuali e delle Direzioni Lavori che, di volta in volta, senza stravolgere le soluzioni, le adattino al contesto.

## 3.2

### LE NUOVE BARRIERE ANAS 2011

**Messa a punto di Nuove Barriere più affidabili, a limitato ingombro, ottimizzate dal punto di vista della costruibilità e manutenibilità, da utilizzare come Standard di Riferimento.**

#### ABSTRACT

*I dispositivi passivi per la sicurezza stradale hanno subito forti evoluzioni a partire dal 1995. Le imposizioni normative, complesse e evolutive, con vincoli sulle classi di energia da contenere, hanno portato, nel tempo, a dispositivi diversificati e difficili da mantenere, con caratteristiche diverse in termini di elementi costituenti, spazi necessari, affidabilità funzionale ed azioni sulle diverse tipologie di utenti (autisti, motociclisti, etc.) in caso di incidente.*

*L'ANAS ha quindi effettuato specifiche attività di ricerca finalizzata ad individuare soluzioni:*

- *più affidabili, in grado di garantire adeguati livelli di sicurezza anche per gli utenti più deboli della strada (automobilisti e motociclisti),*
- *a limitato ingombro, cioè tali da richiedere, per il corretto funzionamento, spazi il più possibile contenuti; ciò in relazione al fatto che gli spazi disponibili spesso sono molto ridotti (strade esistenti), hanno costi molto alti (possono essere anche più costosi delle barriere) e richiedono costi di mantenimento nel tempo,*
- *ottimizzate dal punto di vista della costruibilità e della manutenibilità, collegata all'ingegneria stradale, non sempre posta in primo piano dai costruttori delle barriere,*
- *da utilizzare come Standard di Riferimento per le prestazioni da raggiungere ed eventualmente superare con i dispositivi progettati dal mondo industriale.*

*La ricerca è stata articolata in 4 fasi: 1) progetto, 2) verifica virtuale, 3) costruzione dei prototipi, 4) esecuzione di crash in scala reale per la validazione e la messa a punto sia dei criteri di Marchiatura CE, sia dei criteri di acquisizione dei dispositivi.*

*Le soluzioni ottenute ("Barriere ANAS") coprono una gamma di applicazioni interessanti il 98% dei bordi laterali, con applicabilità anche per gli spartitraffico: si tratta delle Barriere ANAS H2BLSM – H2BPSMC – H3BLSMC – H3BPSMC – H4BPSMC.*

*Nel 2011 sono state completate le attività di test delle suddette barriere e sono state scritte Relazioni e Manuali che ne permettono l'uso. Inoltre sono state definite le modalità di acquisizione con procedimenti basati sul criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aperti a tutti i potenziali produttori, sia di Barriere ANAS, sia di barriere di altro tipo, purché equivalenti o superiori a quelle ANAS.*

#### Introduzione

Il *focus* dell'attenzione di ANAS nel settore delle barriere è stato sulla sicurezza totale di tutti gli utenti della strada. Questa enunciazione può sembrare banale, ma non lo è alla luce dello stato dell'arte nel settore delle barriere nel periodo in cui ANAS decise di avviare specifiche ricerche in tale settore.

Le barriere di sicurezza sono integrate alle altre strutture della strada, per cui i relativi benefici / costi vanno valutati in una ottica globale che tenga conto di tutti i fattori che concorrono alla sicurezza attiva e passiva della strada, comprendendo in essi, oltre alle caratteristiche intrinseche delle barriere, anche i modi e gli spazi di funzionamento, la facilità ed i costi della manutenzione.

Le barriere di sicurezza disponibili sul mercato, progettate per molti anni solamente dai loro produttori, non rispondono completamente a queste caratteristiche perché il loro progetto è stato guidato essenzialmente da criteri commerciali, compatibili con le diverse forme di appalto (sola fornitura, fornitura e posa in opera, solo posa in opera, appalto integrato, scelta da parte del General Contractor, etc.).

Prima del 1992, invece, le barriere di sicurezza erano prerogativa delle aziende che costruivano e gestivano le strade e le autostrade. Con il DM 223 del febbraio 1992 questa funzione vitale per la sicurezza della strada è stata trasferita ai produttori delle barriere, lasciando agli Enti gestori solo l'indicazione delle Classi di energia delle barriere da mettere in opera su strada: la soluzione sarebbe poi stata quella del miglior offerente (massimo ribasso) per la Classe indicata. Questo fatto ha comportato in primis una distribuzione disomogenea di soluzioni, anche in tratti limitrofi di strade, con conseguenze negative anche sulla facilità di riparazioni delle barriere danneggiate, in relazione alla disponibilità nel tempo dei diversi pezzi di ricambio.

Successivamente, la concorrenza tra produttori, ha portato via via a costruire e produrre barriere sempre più leggere, in grado di contenere i veicoli, ma richiedendo, per il corretto funzionamento, spazio al loro retro (spazio che restava a carico dell'Ente gestore). Al minor prezzo della barriera si è dunque affiancato l'aumento dello spazio necessario per il loro funzionamento, spazio costoso e spesso non disponibile, come generalmente nel caso delle strade esistenti.

Altra conseguenza negativa legata:

- alla diversità dei tipi di barriere presenti anche su brevi tratti stradali,
- ed alla non precisazione di altre caratteristiche di funzionamento (oltre alla Classe di energia),

è stato il diverso grado di affidabilità e sicurezza reale delle barriere realizzate che, pur rispettando le Norme di omologazione, risultano tra loro disomogenee in termini di prestazioni fornite. Si pensi ad esempio ai diversi effetti prodotti sui motociclisti dalle barriere (comunque costituite) di tipo continuo, rispetto a quelle ad elementi separati (paletti); oppure alla diversa visibilità che si ha con le barriere ad elementi larghi in sommità (che possono raggiungere altezze anche superiori a quelle dell'occhio di chi guida), rispetto alle barriere della stessa Classe che in sommità hanno elementi a larghezza ridotta. A questi aspetti ci si riferisce quando si parla di focus da parte di ANAS sulla sicurezza totale di tutti gli utenti della strada.

Successivi aggiornamenti al DM 223/92, effettuati ai sensi dell'art. 8 dello stesso decreto (cfr GU 253 del 3 giugno 1998), hanno riportato la materia progettuale dei dispositivi nelle prerogative degli Enti gestori.

Ulteriori miglioramenti si sono poi avuti con le modifiche introdotte dal DM 21 del giugno 2004 (cfr art.6) che hanno aggiornato:

- sia le istruzioni tecniche per la progettazione, l'omologazione e l'impiego delle barriere stradali di sicurezza,
- sia le prescrizioni tecniche per le prove ai fini dell'omologazione,
- sia le facoltà concesse al progettista nella definizione di condizioni aggiuntive da richiedere, oltre alla Classe di resistenza.

Infatti l'articolo 2 del suddetto DM 21/06/04 recita: *“Le barriere stradali di sicurezza e gli altri dispositivi di ritenuta stradali sono posti in opera essenzialmente al fine di realizzare, per gli utenti della strada e per i terzi esterni, eventualmente presenti, accettabili condizioni di sicurezza garantendo entro certi limiti il contenimento dei veicoli che dovessero tendere alla fuoriuscita della carreggiata stradale. Le barriere di sicurezza stradali e gli altri dispositivi di ritenuta devono quindi essere idonei, ad assorbire parte dell'energia di cui è dotato il veicolo in movimento, limitando contemporaneamente gli effetti d'urto sui passeggeri.”*

Inoltre, con l'articolo 6 dello stesso DM 21/06/04, sono state date al progettista della sistemazione su strada dei dispositivi, ulteriori possibilità di scelta, non limitate solo alla Classe di contenimento; tale articolo recita infatti: *“Il progettista delle applicazioni dei dispositivi di sicurezza di cui all'art. 2 del D.M. 223/92 nel prevedere la protezione dei punti previsti nell'art. 3 definirà le caratteristiche prestazionali dei dispositivi da adottare secondo quanto indicato nelle presenti istruzioni e in particolare la tipologia, la Classe, il livello di contenimento, l'indice di severità, i materiali, le*

*dimensioni, il peso massimo, i vincoli, la larghezza di lavoro, etc., tenendo conto della loro congruenza con il tipo di supporto, il tipo di strada, le manovre ed il traffico prevedibile su di essa e le condizioni geometriche esistenti.” ... “Per motivi di ottimizzazione della gestione della strada, il progettista cercherà di minimizzare i tipi da utilizzare seguendo un criterio di uniformità”.*

La presenza di esperti ANAS presso le Commissioni Ministeriali incaricate ha contribuito ad una migliore comprensione di questi assunti ed al loro sviluppo; ciò ha consentito ad ANAS di proseguire nelle attività di ricerca di soluzioni di barriere sicure, dopo le prime esperienze che avevano portato alla definizione della prima soluzione ANAS (*Barriera ANAS H2 BL SM*).

## Il nuovo approccio ANAS

Per garantire adeguati livelli di sicurezza delle barriere stradali, il nuovo approccio ANAS prevede:

- l'esecuzione di controlli aggiuntivi sugli effetti degli urti sugli automobilisti, usando, nelle prove di crash, oltre ai prescritti dispositivi di misura, anche manichini antropomorfi dotati di sensori (simili a quelli utilizzati per l'omologazione delle autovetture) che, ancorché non prescritti dalle Norme vigenti, consentono di misurare gli effetti degli urti sulle persone e di avere una migliore comprensione del funzionamento delle barriere; tali dati consentono di mettere a punto soluzioni che, in caso di urto, minimizzano gli eventuali danni alle persone;
- l'aggiunta di dispositivi per la protezione dei motociclisti, che rappresentano il 16% delle vittime complessive degli incidenti stradali, nonostante i loro spostamenti corrispondano solo al 2% delle distanze percorse, con una probabilità di morire, in seguito ad un sinistro, 30 volte superiore rispetto a quella degli automobilisti; in Italia, solo nel 2007, hanno perso la vita 1.182 motociclisti (pari a 3,24 decessi al giorno, nella fascia di età più esposta, compresa tra i 28 e i 50 anni; fonte ACI Direzione Centrale Studi e Ricerche – Onda Verde n.118 marzo/aprile 2009);
- lo studio di soluzioni in cui risulta contenuto lo spostamento che la barriera subisce in seguito all'urto (compatibilmente con le suindicate prime due condizioni essenziali); ciò al fine di minimizzare lo spazio a tergo della barriera, necessario al suo funzionamento;
- l'utilizzo di Barriere ANAS o di altre equivalenti, nell'ambito dei criteri tecnici enunciati e della normativa di settore.

Il contenimento dello spazio necessario per il funzionamento della barriera e le protezioni aggiuntive per i motociclisti, comportano maggiori pesi e quindi maggiori costi, a parità di Classe di Energia del dispositivo. Questo maggiore costo della barriera viene però ridotto, in termini complessivi, dal minore spazio a tergo dell'attrezzatura, che ha anch'esso un costo rilevante tenue.

Quindi, complessivamente, le *Barriere ANAS* comportano minori costi globali rispetto alle soluzioni attualmente in uso e, per i gestori della strada, forniscono soluzioni più sicure (con sicurezza certificata dalle misure).

### Le prime *Barriere ANAS*

La prima soluzione interamente ANAS – *Barriera ANAS H2 BL SM* (vedi Figura 1) conteneva già molte delle caratteristiche prestazionali previste ed ha rappresentato la verifica di validità del distanziatore universale. Richiedeva però miglioramenti su alcuni punti:

- riduzione della deformabilità per gli urti più energetici,
- protezione dei motociclisti per dispositivi ad alto contenimento energetico (fino a quel momento prevista solo per le barriere a muretto di cemento).



Fig. 1 • La prima *Barriera Anas* Classe H2 BL SM.

### Le nuove *Barriere ANAS* messe a punto nel 201

Le nuove *Barriere ANAS* tengono anche conto delle due esigenze ricordate: riduzione della deformabilità e protezione dei motociclisti.

Per ridurre la deformabilità, la soluzione è stata quella di inserire tondini “tenditori” che, bloccati su ogni paletto, ne frenano lo spostamento e costringono la barriera a non abbassarsi (vedi Figura 2). La peculiarità della soluzione ANAS è quella di avere un blocco per ogni paletto; in tal modo la frenatura al movimento del paletto non risente delle temperature di esercizio (come invece avviene nel caso di tondini non bloccati).

Il collegamento dei tondini ai paletti, ottenuto con il loro attraversamento, è ulteriore garanzia di affidabilità e facilita le operazioni di riparazione in caso di urto.

Inoltre, la copertura dei tondini con profilati, riduce gli effetti negativi conseguenti ad urti con parti del corpo di utenti della strada.

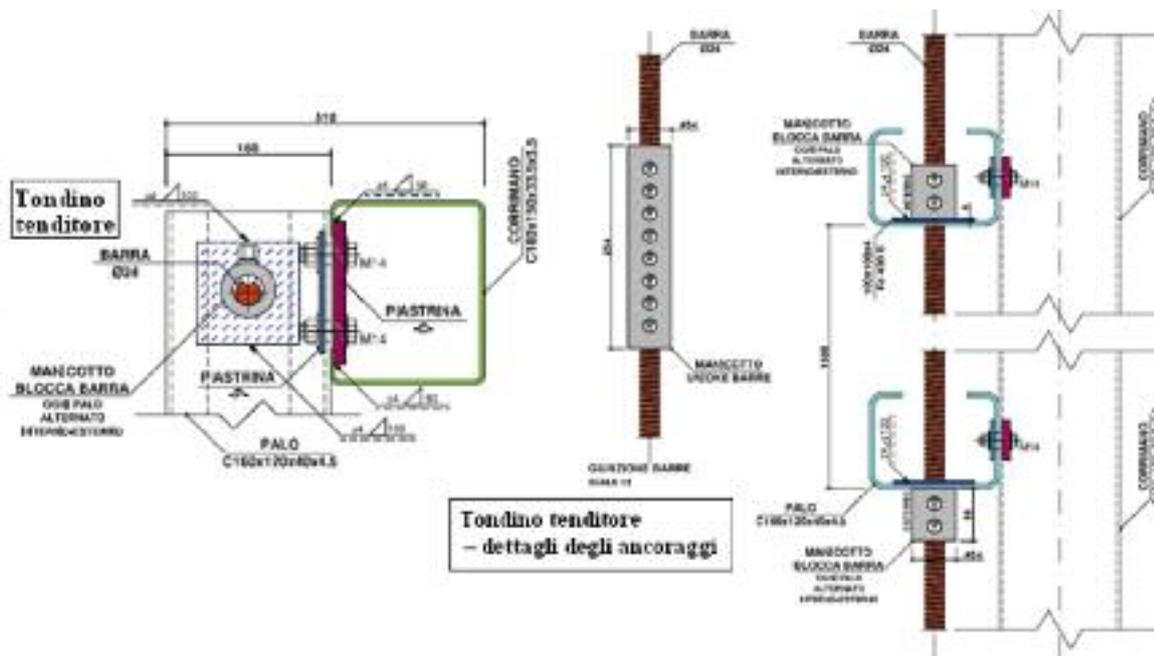


Fig. 2 • Tondini tenditori per la riduzione della deformabilità delle barriere.

ANAS ha quindi ottenuto, dopo la prima soluzione (*Barriera ANAS H2 BL SM*), le seguenti ulteriori soluzioni:

- *Barriera ANAS H2 BP SM*
- *Barriera ANAS H3 BL SM*
- *Barriera ANAS H3 BP SM*
- *Barriera ANAS H4 BP SM*.

Tutte le suddette soluzioni:

- hanno un distanziatore universale brevettato,
- sono equipaggiate con il sistema SM (Salva Motociclisti) di nuova concezione,
- sono verificate con manichini (con HIC < 200).

Le soluzioni più recenti sono equipaggiate anche con tondino tenditore vincolato e protetto e si sta studiando la possibilità di applicarlo anche alle barriere per i bordi laterali di Classe H2.

L'uso dei Salva Motociclisti di nuova concezione per la Classe H2 non è praticabile, perché la forma del medesimo riduce le possibilità di innalzamento del distanziatore universale e quindi non porta l'altezza "dinamica" del dispositivo a valori sufficienti al contenimento dei veicoli TB51, ed anche perché il tondino tenditore riduce, come logico, la deflessione dinamica.

Del distanziatore si è già parlato; è interessante parlare più in dettaglio del nuovo Salva Motociclisti a forte deformazione, che funziona perfettamente nelle Classi superiori all'H2 perché in esse c'è una seconda linea di contenimento arretrata, ma più alta dei 95 cm di

"sicurezza" per le eiezioni parziali della testa dei motociclisti; la sua introduzione, oltre ad assicurare una grande protezione per i motociclisti urtanti, ha permesso di individuare una serie di parametri di valutazione che porteranno ad una revisione delle Norme sul tema in esame presso la Commissione Europea per le Normative sulle barriere. Il nuovo Salva Motociclisti ha evidenziato che il comportamento delle *Barriere ANAS* è quello tipico delle barriere strutturalmente continue (in lunghezza, ma anche in altezza – verticalità), mentre le barriere esistenti (a lame e paletti, protette con nastri o con altre attrezzature che coprono i paletti) non hanno questo comportamento. Ricordiamo che è ben nota la validità della continuità reale nei confronti dell'urto di motociclisti in caduta libera, a conferma della validità della soluzione "continua" ANAS.

Queste soluzioni hanno anche un'importanza didattica, perché fanno capire che la protezione dei bordi laterali (ristretta alle sole zone dove è necessario farla, senza esagerare con protezioni anche di rilavati bassi e senza ostacoli da proteggere) deve essere fatta con valutazioni globali dei costi; non è infatti conveniente usare protezioni di costo minimo, ma che richiedono per funzionare spazi di spostamento elevatissimi, il cui costo va sommato a quello delle barriere. Più correttamente, il confronto tra le diverse soluzioni, va fatto considerando anche gli spazio di funzionamento e la continuità longitudinale, da aggiungere (se non presente) nelle prove di validazione.

## Completamento con Crash Test della Gamma di Barriere di Sicurezza ANAS

Dopo la barriera da bordo laterale H2BLSM, sono state eseguite le prove al vero di:

- H3BLSM
- H2BPSM
- H3BPSM
- H4BPSM.



Tutte le soluzioni con **distanziatore universale brevettato**,

Sono equipaggiate con il **sistema SM (Salva Motociclisti)**

Tutte sono verificate con **manichini con H.I.C. < 200**

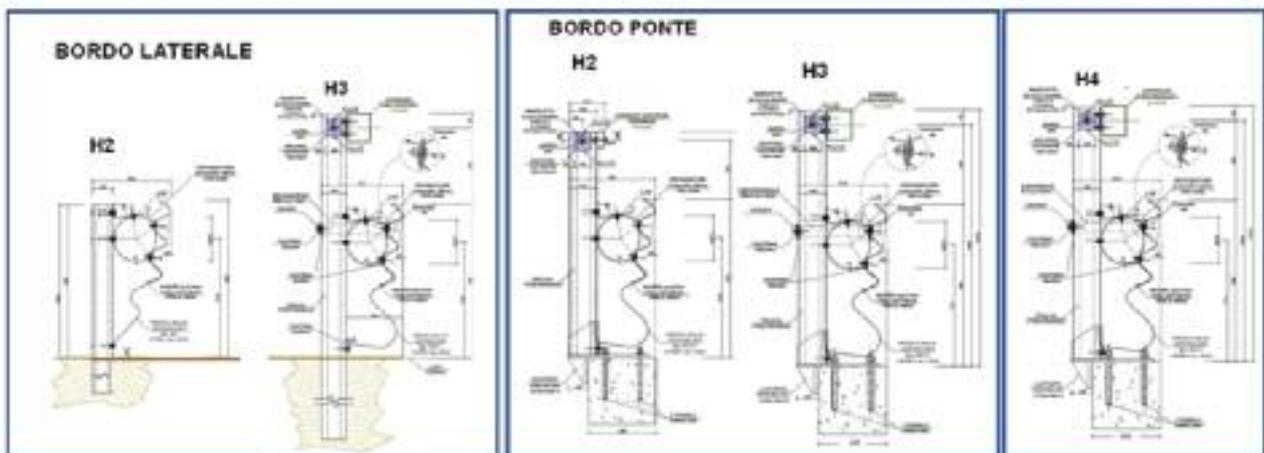


Fig. 3 • Le 5 *Barriere ANAS* oggi disponibili. Quelle di Bordo Ponte sono doppie ( per cordoli larghi e per cordoli stretti).

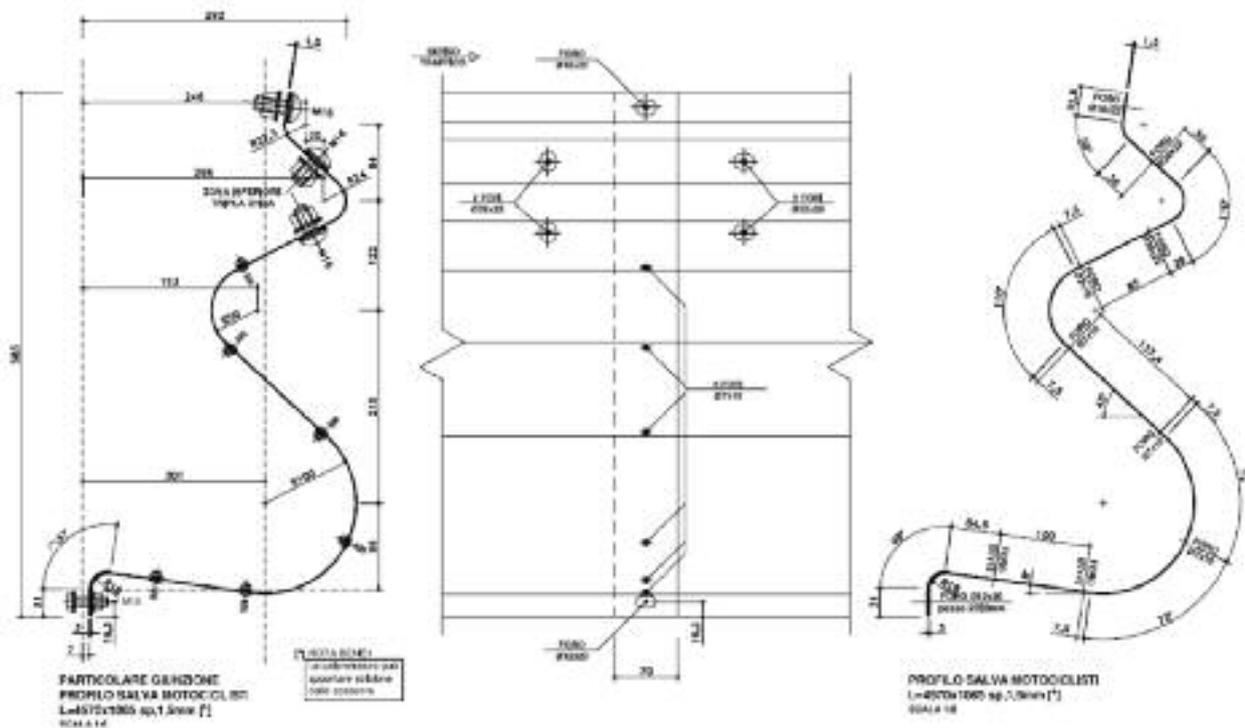


Fig. 4 • Il nuovo Salva Motociclista

Sono anche da rimarcare le verifiche fatte nelle prove con la misura dell'HIC, usando manichini strumentati nella testa; questa misura non è richiesta dalle Norme Europee, ma è stata fatta per verificare l'efficacia del rettangolo "salva persone" previsto in tutte le *Barriere ANAS*; tali verifiche hanno dimostrato la validità degli assunti teorici; infatti i valori dell'HIC sono rimasti abbondantemente al sotto ai valori di soglia (valori ottenuti inferiori a 200 con soglie di sicurezza pari a 600-700).

Per arrivare alla definizione di ciascuna delle *Barriere ANAS*, è stato seguito un processo articolato con fasi di progettazione, di analisi numerica e di analisi strumentale. Più in dettaglio, per ogni barriera sono stati eseguiti:

- Calcoli sofisticati
- Verifiche
- Disegni Esecutivi
- Costruzioni di Prototipi
- Prove al vero
- Controlli durante le prove
- Stesura di *Relazioni Tecniche e di Manuali di Montaggio*

Le prove al vero sono state eseguite contemporaneamente alle attività di ricerca sulle protezioni per i motociclisti.

Sono state effettuate analisi e valutazioni sullo spazio minimo necessario per il corretto funzionamento delle barriere, anche al fine della possibilità di montaggio su strade esistenti e sui bordi dei cordoli di bordo ponte anche se molto stretti.

Le cinque *Relazioni Tecniche ed i Manuali di Montaggio* contengono relazioni dettagliate sulle innovazioni apportate e sulle modalità dei possibili impieghi delle nuove *Barriere ANAS*.

ANAS proseguirà con le attività di ricerca sulle barriere, con l'obiettivo di mettere a punto anche quelle di spartitraffico, per le quali è stata già presentata una richiesta di brevetto esclusivo; sin d'ora però la Classe H3 può essere realizzata con un doppio filare di *Barriere ANAS H3 BL SMC*, poste ad una distanza reciproca di 1,5 metri.

### Le Barriere di Bordo Ponte

Nella serie di *Barriere di Bordo Ponte*, le soluzioni ANAS prevedono sia la possibilità di montaggio su cordoli "stretti" (40 cm), sia la possibilità di montaggio sui cordoli più ampi (vedi Figura 5), cosa che risolverà molti dei problemi sulle opere d'arte e sui muri di strade esistenti.

### Uso operativo dei nuovi dispositivi – Nuovi criteri di acquisizione

Al fine di introdurre gradatamente le soluzioni innovative messe a punto da ANAS, da esse si parte per ottenere, dai produttori, oltre alle *Barriere ANAS* (realizzabili da tutti i produttori qualificati con marchio CE), anche barriere diverse, purché con caratteristiche uguali (equivalenza prestazionale) o superiori a quelle ANAS, definite nei bandi di gara.

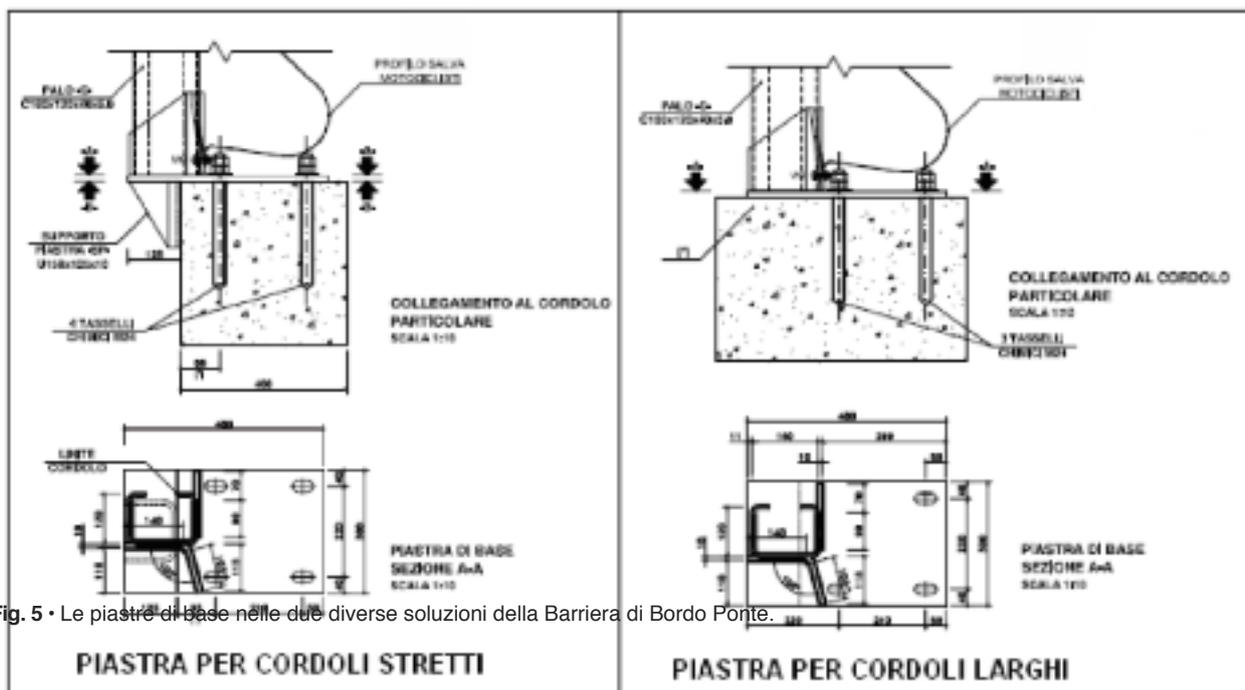


Fig. 5 • Le piastre di base nelle due diverse soluzioni della Barriera di Bordo Ponte.

Questo approccio indirizza i produttori verso soluzioni più valide e apre alla concorrenza tutti i soggetti in grado di offrire soluzioni di elevata qualità (con qualità testata da ANAS).

Naturalmente tale approccio richiederebbe la selezione dei fornitori, non con il criterio del massimo ribasso, ma con quello dell'offerta economicamente più vantaggiosa (cioè con il miglior rapporto qualità/prezzo).

A tale obiettivo è orientata la definizione da parte della *Direzione Centrale Ricerca e Nuove Tecnologie* di nuovi documenti di gara per la selezione dei fornitori delle barriere, ovvero di un *Capitolato Speciale* premiante l'uso di dispositivi verificati in tutte le caratteristiche innovative ricordate (altezza, visibilità, protezione moto, etc.), senza interrompere la ricerca di soluzioni sempre più avanzate da parte dei produttori di dispositivi.

In pratica l'approccio di gara proposto è quello di permettere qualsiasi barriera, purché rispondente alle richieste del progettista in termini di equivalenza prestazionale alle *Barriere ANAS*. Le *Barriere ANAS* hanno risposte elevate a tutti i requisiti, ma non sono le sole, e possono essere costruite da tutti i produttori che producano in regime di Qualità ISO 9001 e che richiedano il marchio CE per la loro produzione.

Per la valutazione delle offerte tecniche, il *Capitolato Speciale* prevede un criterio con punteggi da attribuire in relazione al livello di rispondenza alle specifiche prestazionali richieste; tali punteggi vanno poi pesati, in relazione allo sviluppo chilometrico previsto per ogni tipo di dispositivo ed infine sommati.

## Conclusioni

Le *Barriere ANAS* forniscono soluzioni ad elevato livello qualitativo in termini di affidabilità, sicurezza, limitato ingombro, ottimizzazione dal punto di vista della costruibilità e manutenibilità.

Tale gamma di barriere permette di intervenire nella quasi totalità dei casi che si presentano, sia sulle strade esistenti, sia sulle nuove costruzioni, e stabiliscono dei *Livelli di Riferimento* per le condizioni di equivalenza da usare nelle gare.

## Risultati Operativi

Le operazioni descritte hanno permesso il completamento delle attività di validazione delle barriere che completano la gamma più usata nella rete Anas e sono state scritte Relazioni tecniche ed i Manuali di montaggio che ne permettono l'uso (Marchiatura CE) e costruzione da parte di terzi qualificati. Inoltre sono state definite le modalità di acquisizione con procedimenti basati sul criterio dell'offerta economicamente più vantaggiosa, aperti a tutti i potenziali produttori, sia di *Barriere ANAS*, sia di barriere di altro tipo, purché equivalenti o superiori a quelle ANAS.

## 3.3 | Capitolato prestazionale segnaletica orizzontale l'esperienza della rete ANAS

### ABSTRACT

*Nella memoria vengono presentati i risultati delle prove di controllo della visibilità notturna della segnaletica orizzontale eseguite attraverso l'apparecchiature DELPHI su alcune tratte della rete ANAS rilevate nel corso degli anni 2010 e 2011 valutando il parametro RI e l'indicatore sintetico  $I_{segn}$ . Viene evidenziato l'innalzamento della qualità della segnaletica orizzontale in seguito all'adozione del Capitolato prestazionale che è l'evidente risultato operativo di questa metodologia ad Alto Rendimento che ha iniziato in Anas il criterio del controllo globale in tutti i punti del lavoro eseguito.*

### Introduzione

Le analisi sui dati di incidentalità valutano, tra le principali cause di sinistrosità stradale, l'assenza della segnaletica orizzontale o la sua cattiva visibilità, dovuta sia ad uno scarso livello iniziale, che all'usura dei materiali impiegati.

Una buona segnaletica orizzontale è garanzia di sicurezza attiva, cioè di prevenzione degli incidenti, soprattutto in condizioni di scarsa visibilità, o durante le ore notturne.

Le misure del parametro RI, che valuta appunto la visibilità notturna della segnaletica orizzontale, tradizionalmente venivano eseguite con apparecchiature statiche e puntuali; da alcuni anni ormai, si sta affermando l'impiego di apparecchiature che, senza determinare rischi, sia per chi opera che per gli utenti della strada e, senza perturbare in alcun modo il traffico, garantiscono un controllo ed un monitoraggio continuo dello stato della segnaletica orizzontale ad alta velocità. Tale metodologia permette un controllo totale e continuo sia dello stato della segnaletica che della validità del suo funzionamento dopo applicazione e quindi i valori di RI possono costituire il parametro di riferimento per il controllo dei lavori di ripasso di segnaletiche orizzontali esistenti o di nuove realizzazioni.

Per questi motivi esso è stato inserito nei Capitolati prestazionali dei lavori di segnaletica orizzontale adottati dalle maggiori stazioni appaltanti italiane e la loro diffusione diventa sempre più importante per tutte le Amministrazioni.

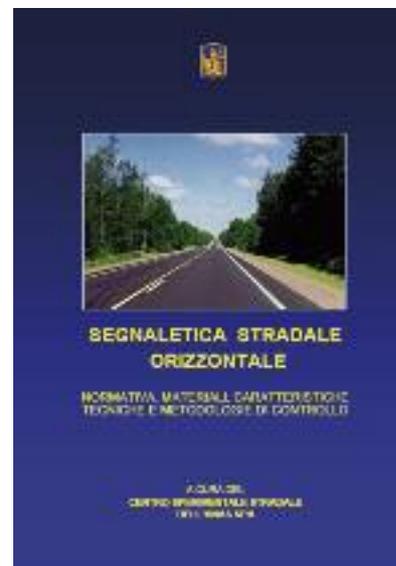
L'effettuazione periodica dei controlli, ormai possibile con i sistemi speditivi ad Alto Rendimento garantisce una corretta manutenzione delle segnaletiche orizzontali da parte degli organi preposti; non si valuta principalmente, come avveniva nel passato, la composizione dei materiali, la quantità ed il metodo di stesa, ma la prestazione che il prodotto finale deve fornire in termini di visibilità della striscia.

Da più di tre anni ANAS utilizza un capitolato

prestazionale per il controllo della segnaletica orizzontale. Lo scopo della presente nota è quello di verificare lo stato della segnaletica orizzontale della rete ANAS attraverso il monitoraggio eseguito con l'apparecchiatura ad Alto Rendimento DELPHI a seguito dell'adozione di tale Capitolato.



L'adozione del Capitolato prestazionale ed in particolare il controllo finale attraverso le apparecchiature ad Alto Rendimento ha consentito il raggiungimento di elevati standard della segnaletica orizzontale della rete ANAS valutabile in forma sintetica anche attraverso l'indicatore di qualità della segnaletica orizzontale  $I_{segn}$ .



Il Capitolato prestazionale è l'insieme di norme tecniche e di valutazione con cui vengono definite le prescrizioni generali, la qualità e la provenienza dei materiali da applicare, le modalità di svolgimento dei lavori, le prove sui vari materiali eseguite dal

Laboratori Ufficiali riconosciuti e i requisiti prestazionali, intesi come soglie di accettabilità del coefficiente di retroriflessione notturna RI e diurna Qd, previsti dalla norma UNI EN 1436, che devono essere mantenuti durante tutta la vita funzionale del prodotto.

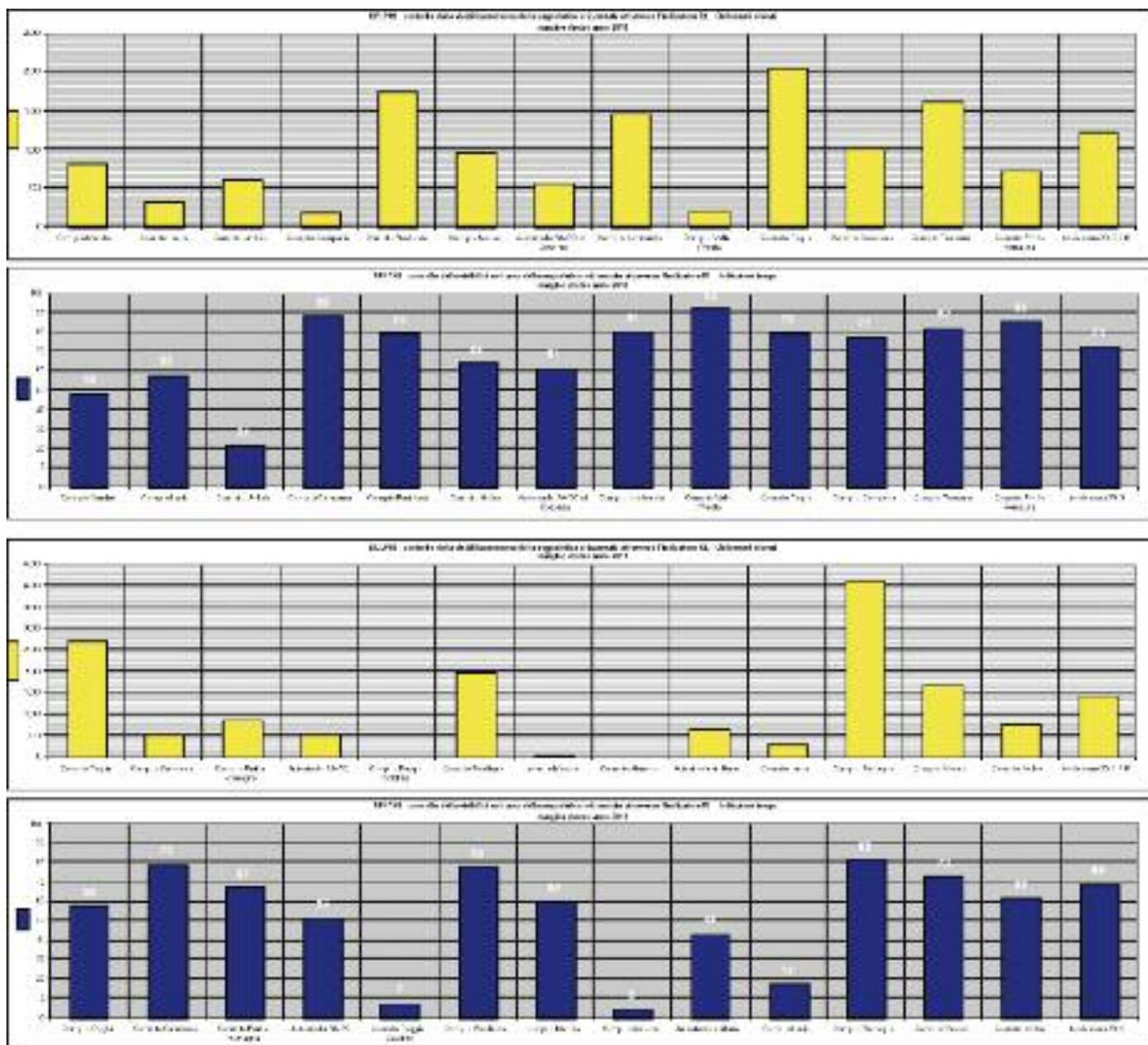
Il controllo finale ad Alto Rendimento avviene sia verificando i valori di retroriflessione notturna della segnaletica orizzontale RI analizzati per tronchi omogenei che devono essere superiori a 150 mcd/m<sup>2</sup>\*lux, e sia attraverso l'indicatore di qualità della segnaletica orizzontale I<sub>segn</sub> che deve essere compreso tra 60 e 80 nel caso di autostrade e strade di tipo A e maggiore di 50 per le altre strade.

Nei grafici sotto riportati viene rappresentata in sequenza l'attività svolta dall'apparecchiatura ad Alto Rendimento Delphi nel corso dell'anno 2010 e 2011 sui Compartimenti della rete ANAS ed i valori riscontrati dell'indicatore di qualità della segnaletica orizzontale I<sub>segn</sub>.

Si evince chiaramente che nelle tratte in cui è stata condotta un'intensa attività di controllo con l'apparecchiatura DELPHI (nei grafici sotto riportati le barre gialle rappresentano i chilometri totali rilevati per ciascun Compartimento) sono stati riscontrati buoni valori dell'indicatore sintetico I<sub>segn</sub> (barre blu nei grafici) a dimostrazione che tale sistema di controllo basato sulla misura ad alto rendimento della retroriflessione notturna della segnaletica orizzontale oltre ad essere il riscontro oggettivo del parametro di visibilità della segnaletica orizzontale risulta anche uno strumento efficace per innalzare gli standard qualitativi della segnaletica della rete ANAS.

**Publicazioni**

- [1] Capitolato Speciale d'Appalto della segnaletica orizzontale IT.C.05.26 – Rev.1 – 18/01/2008
- [2] "ANAS e Autostrade per l'Italia: fanno luce sulla segnaletica orizzontale" - E. Cesolini & S.Drusini Anas S.p.A., Centro Sperimentale Stradale Cesano; R.Rigacci & P.Battistoni Autostrade per l'Italia s.p.a.



## 3.4 | IRDES *Improving Roadside Design to Forgive Human Errors* Miglioramento dei criteri di progettazione dei margini stradali: La strada che perdona.

### ABSTRACT

*Il progetto IRDES, programma ERA-NET ROAD 2009, azione di coordinamento nel 6° Programma Quadro della CE, mira ad individuare e promuovere, a livello europeo, una serie di soluzioni volte al miglioramento della sicurezza dei bordi stradali.*

*L'utilizzo di tali soluzioni coinvolge le Amministrazioni ed Enti Gestori di tutte le tipologie di strade (autostrade, statali, regionali, provinciali, comunali, ecc.), i progettisti di strade e tutti coloro che si occupano della messa in sicurezza stradale.*

*I partner di Anas S.p.A. coinvolti in questo progetto sono, l'Università di Firenze UNIFI (coordinatore del progetto), Arsenal (Austrian Institute of Technology), Chalmers University of Technology, LCPC (Laboratoire Central des Ponts et des Chaussées).*

*Importo del progetto: 320.000,00 euro.*

*Risultati operativi: il lavoro svolto nella ricerca delle soluzioni della sicurezza dei bordi strada ha aumentato le nostre conoscenze sul tema ed evidenziato la validità di alcune soluzioni italiane.*

### Introduzione

In Europa ogni anno 43.000 persone muoiono in seguito ad un incidente stradale. Uno degli aspetti chiave di questo alto tasso di mortalità è da ricercarsi nel design dei bordi della strada che spesso non perdona gli errori umani. Il CEDR ha identificato nel "Miglioramento dei criteri di progettazione dei margini stradali: la strada che perdona" una delle priorità all'interno del piano di lavoro strategico. A tale scopo, è stato istituito all'interno del gruppo tecnico (TG) sulla sicurezza stradale del CEDR, un team specifico per lo studio dei bordi stradali.

Negli ultimi anni, su questo tema, sono stati avviati diverse ricerche ma sussiste la necessità di individuare:

- un criterio pratico ed uniforme che consenta al progettista stradale di migliorare l'indulgenza della banchina;
- uno strumento adeguato, per valutare, in modo quantitativo, l'efficacia di applicazioni di un determinato trattamento stradale.

Obiettivo del progetto IRDES è la predisposizione e la redazione di una linea guida che riesca a fornire al progettista stradale uno strumento pratico, per la valutazione dell'efficacia di una serie di interventi scelti, espliciti nella linea guida, per il miglioramento della sicurezza laterale; l'armonizzazione normativa a livello europeo; conoscere il quadro attuale in Europa a livello di scelta e utilizzo preferenziale di alcuni tipi di intervento ed infine la massima diffusione del prodotto finale e l'utilizzo dello stesso da parte dei gestori stradali.

### Piano di lavoro

La metodologia di sviluppo del progetto viene sintetizzata nelle seguenti fasi:

- Fase 1, raccolta e armonizzazione delle linee guida esistenti e degli strumenti di progettazione;
- Fase 2, raccolta degli studi esistenti inerenti la valutazione dell'efficacia di interventi per la sicurezza stradale;
- Fase 3, valutazione dell'efficacia, non ben definita, dei trattamenti chiave di sicurezza stradale, attraverso strumenti di before/after o applicazione di strumenti di valutazione dei rischi;
- Fase 4, sviluppo di una guida pratica per la valutazione dell'efficacia;
- Fase 5, sviluppo di una guida pratica per la progettazione dei cigli stradali più sicuri;
- Fase 6, implementazione delle linee guida di un Progetto Pilota.

Il progetto è suddiviso in sei aree di lavoro, ognuna delle quali viene guidata da un partecipante al progetto.

L'area WP0 - *Coordinamento e gestione*, guidata dall'Università di Firenze, ha garantito l'interazione ottimale fra i partecipanti al progetto.

L'area WP1 - *Raccolta e armonizzazione di studi e normative in materia di progettazione stradale*, guidata da Arsenal, si è occupata di armonizzare la letteratura, documenti di sintesi, linee guida e sintesi di progetti, fornendo la base per sviluppare una linea guida pratica e uniforme.

L'area WP2 - *Valutazione dell'efficacia degli interventi su strada*, guidata da CHALMERS, si è occupata di reperire dati disponibili, in Europa e USA, relativi agli incidenti stradali. I dati raccolti sono stati analizzati per valutare l'efficacia degli interventi per la sistemazione dei cigli stradali.

L'area WP3 - *Produzione di una guida per la progettazione stradale*, guidata dall'Università di Firenze, ha redatto delle linee guida pratiche che, attraverso i risultati del WP1 e WP2, grazie al contributo di Anas e

all'interazione con le amministrazioni stradali, possono essere utilizzate per migliorare la sicurezza stradale. Anas ha messo comunque sempre in evidenza l'importanza delle attività di trasformazione delle strade esistenti e dei metodi specifici per ottenerla con interventi di minimo costo

L'area WP4 - *Indagine europea* guidata da ANAS, si è occupata di redigere, diffondere ed infine analizzare i risultati di un questionario destinato ai gestori stradali europei, relativo agli interventi utilizzati per migliorare la sicurezza stradale laterale e alla valutazione della loro efficacia.

L'area WP5 - *Organizzazione di workshop e Tavole Rotonde*, guidata da LCPC, ha organizzato i workshop, garantendo così il collegamento del progetto con gli utilizzatori finali. Ai workshop hanno partecipato le amministrazioni, i gestori, i progettisti, le aziende e le associazioni in materia di sicurezza stradale.

### Contributo di Anas al progetto IRDES

Nell'ambito dell'area WP4, Anas ha avviato nell'anno 2010/2011 l'attività di indagine europea, attraverso la redazione, la divulgazione ed analisi di un questionario tra le varie amministrazioni stradali europee, principalmente autorità nazionali responsabili della rete stradale nazionale, in materia di interventi di sicurezza utilizzati per migliorare la progettazione del bordo stradale e di valutarne la loro efficacia.

Le amministrazioni stradali statali che hanno contribuito rispondendo al questionario sono state: Austria, Belgio, Estonia, Finlandia, Francia, Germania, Islanda, Irlanda, Italia, Lituania, Lussemburgo, Malta, Polonia, Slovenia, Svezia ed Olanda.



Fig. 1 • I paesi della UE

Il questionario è suddiviso in quattro parti:

- domande generali;
- trattamenti dei margini stradali;

- valutazione degli interventi attuati;
- soluzioni innovative.

La prima parte del questionario, comprende domande di carattere generale, circa la lunghezza della rete stradale, nonché il tipologia di strada ed interventi attuati per la messa in del bordo stradale.

La distribuzione complessiva dei diversi tipi di strade, per le quali sono state fornite le risposte, mostrano che la stragrande maggioranza della rete considerata si riferisce alle strade a carreggiata unica e di una piccola parte divisa tra strade a doppia carreggiata o autostrade.

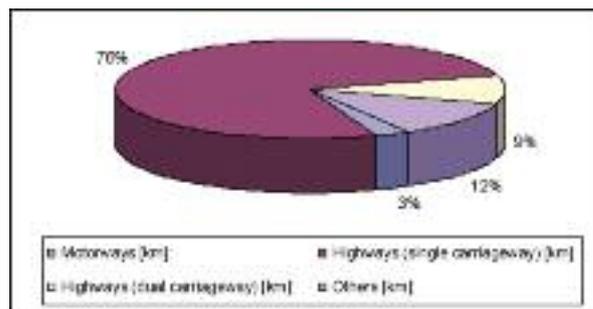


Fig. 2 • Lunghezza della rete stradale analizzata

Nella seconda parte, trattamenti dei margini stradali, è emerso che, le barriere di sicurezza stradali vengono largamente utilizzate per la messa in sicurezza dei bordi stradali.

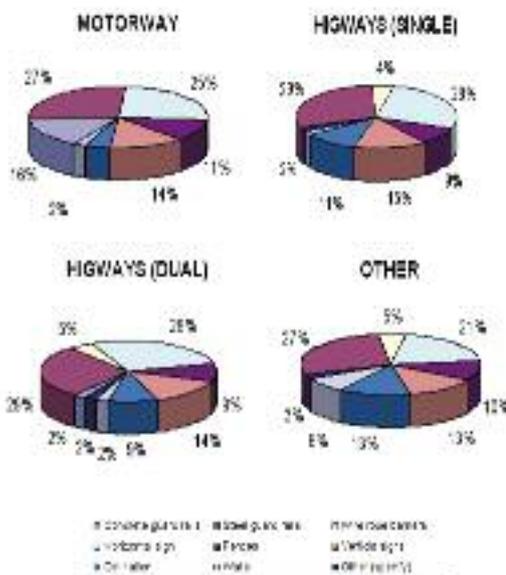


Fig. 3 • Tipologie di intervento predominanti

Nella terza parte, viene chiesto di valutare gli interventi impiegati, tra barriere di sicurezza in cemento ed in acciaio, segnaletica orizzontale, segnaletica verticale ecc., in termini di sicurezza stradale, costi di investimento, costi di manutenzione, facilità e versatilità di utilizzo.

Nell'ultima parte del questionario, sono state sottoposte all'attenzione delle amministrazioni stradali alcune soluzioni innovative.

Di seguito si riportano i sistemi che hanno avuto maggiore attenzione e considerazione. Le strisce sonore (figura 4) sono un sistema di indicazione di bordo molto valido specialmente in condizioni di scarsa visibilità (nebbia per esempio) o in zone a "guida distratta" per richiamare l'attenzione di automobilisti stanchi.



Fig. 4 • Rumble strips

vantaggi oltre a quello della sicurezza stradale, per la protezione ambientale, infatti, grazie all'inserimento di arbusti o alberi o barriere antirumore, si ottiene la mitigazione del rumore da traffico stradale; con l'installazione di condutture per la pioggia o altri servizi si ottiene un utilizzo completo del bordo strada in rilevato.

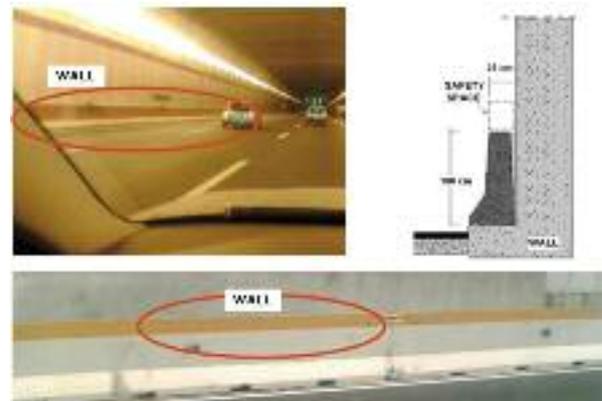


Fig. 6 • Profili o barriere ridirettive (wall)

### Conclusioni

Le attività, del progetto IRDES, hanno avuto inizio il 15/09/2009 e sono terminate il 30/11/2011. Il lavoro finale è stato presentato nell'ERANET Workshop del 13/01/2012 con un feedback molto positivo dei partecipanti. Il Progetto IRDES, con la redazione finale delle linee guida, ha analizzato aspetti differenti, che

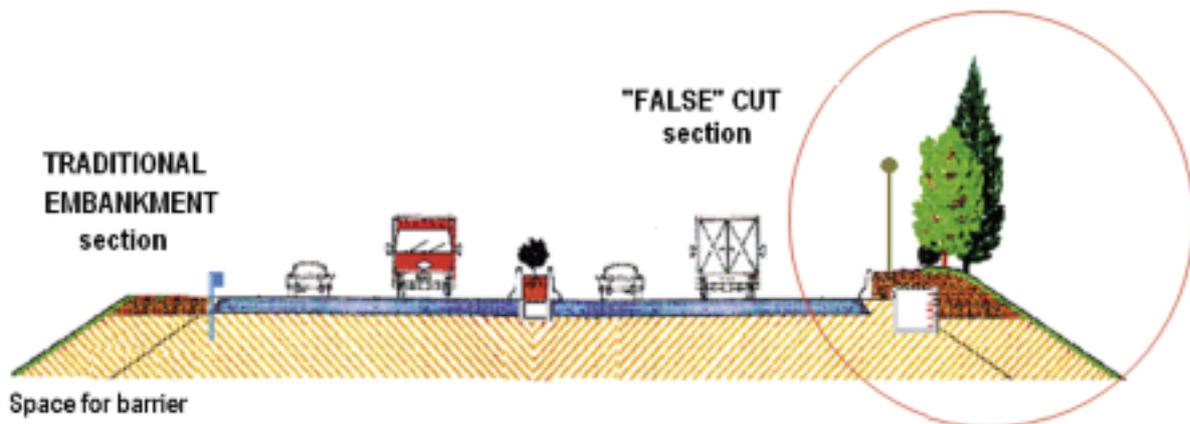


Fig. 5 • False cutting

C'è poi la "falsa trincea" di figura 5 il cui vantaggio, in termini di sicurezza è quello di spostare verso l'alto, rispetto la superficie pavimentata eventuali ostacoli come segnaletica verticale, alberi, barriere anti-rumore ed altro utilizzando lo spazio che sarebbe destinato allo spostamento delle barriere; il bordo strada diviene come quello della trincea e non richiede barriere di sicurezza o al massimo va attrezzato con profili re direttivi o barriere a spostamento zero come evidenziato in figura 6 per gli impieghi già in atto in Italia nelle gallerie o contro i muri. Questa soluzione può essere realizzata sia in strade esistenti sia in strade di nuova realizzazione con ulteriori

attraverso la valutazione dell'efficacia di una serie di trattamenti del bordo stradale utilizzati, di quelli meno diffusi o ancora sperimentali, ha fornito uno strumento valido, a livello europeo, per migliorare i criteri di progettazione dei margini stradali e di favorire una diminuzione del numero di incidenti.

### Risultati operativi

Il lavoro svolto nella ricerca delle soluzioni per la sicurezza dei bordi strada ha aumentato le nostre conoscenze sul tema. Con il confronto internazionale, si

è verificata la validità di certe soluzioni italiane innovative come la falsa trincea che potrà essere ulteriormente sviluppata nel futuro per il miglioramento della sicurezza e per la gestione ambientale con spazi e quindi costi molto ridotti o anche la protezione, già di impiego corrente, delle pareti delle gallerie con profili o barriere ridirettive dotate di rettangolo di sicurezza, letti di arresto in caso di cuspide oltre ad alcune opzioni meno tecniche (rumble strips) ma utili ad una progettazione del bordo strada mirata e a basso costo.